

риформинге, при этом обеспечивается автотермичность режима и значительный ресурсосберегающий эффект, в таком режиме срок службы катализатора на 35 % больше, чем при воздушном риформинге [3].

Список использованных источников

1. Баскаков А. П., Волкова Ю. В. Физико-химические основы тепловых процессов: учебное пособие для студентов, обучающихся в магистратуре по направлению 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника». М.: Теплотехник, 2013. 172 с.
2. Halinen M., Thomann O., Kiviaho J. Experimental study of SOFC system heat-up without safety gases // International Journal of Hydrogen Energy. 2014. V. 39. P. 552-561.
3. Marsano F., Magistri L., Massardo A.F. Ejector performance influence on a solid oxide fuel cell anodic recirculation system // Journal of Power Sources. 2004. V. 129. P. 216-228.

УДК 620.97

Зорин М. О., Мельникова У. О., Петров Е. А., Михайлишин Е. В.
Уральский федеральный университет
kafedratgiv@yandex.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В КОТТЕДЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. В работе рассматривается сравнение экономической эффективности применения тепловых насосов и солнечных установок для теплоснабжения коттеджа. Критерии экономической эффективности определялись с учётом дисконтирования и роста стоимости энергии в течение срока эксплуатации. Получено, что наиболее выгодным вариантом теплоснабжения является использование теплового насоса «вода-вода».

В Екатеринбурге и его окрестностях достаточное количество коттеджей, в которых отсутствует газоснабжение. Привлекательным с точки зрения и обслуживания, и стоимости является использование в качестве источника тепловой энергии электрического котла. Электричество в стране будет всегда. Стоимость 1 кВт·ч тепловой энергии при применении электрического котла самая высокая по сравнению с другими источниками тепловой энергии и в будущем будет расти. Значительно снизить потребление электрической энергии позволяет применение возобновляемых источников энергии с помощью тепловых насосов и солнечных установок. Тепловые насосы и установки солнечного теплоснабжения обладают рядом достоинств, к которым относятся экономия энергетических ресурсов, экологическая чистота, простота конструкции и надёжность в работе, незначительные эксплуатационные расходы, долговечность, безопасность.

Коттедж представляет собой двухэтажное здание площадью 148 м². Теплотехнические характеристики ограждающих конструкций соответствуют нормативным требованиям [1]. Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию

коттеджа составил 15 кВт. Тепловая нагрузка на горячее водоснабжение при подборе тепловых насосов не учитывалась, т. к. предполагается, что подготовка воды для горячего водоснабжения будет осуществляться по приоритету.

Система отопления коттеджа осуществляется теплыми полами и радиаторным отоплением. Тепловая нагрузка тёплых полов составляет 20 % от общей нагрузки.

Критерии экономической эффективности дополнительных капиталовложений определялись для следующих вариантов теплоснабжения коттеджа:

1. Применяется тепловой насос «воздух–вода». Источником низкопотенциальной энергии служит наружный воздух.

2. Устанавливается тепловой насос типа «вода–вода». Источником низкопотенциальной энергии является вода, забираемая из скважины. Охлаждённая вода сбрасывается в другую скважину.

3. Применяется установка солнечного теплоснабжения для целей горячего водоснабжения, двухконтурная, с промежуточным теплоносителем в контуре коллектора. В качестве солнечных коллекторов рассматривались вакуумные коллекторы.

Для всех вариантов выполнен подбор оборудования, определены дополнительные капитальные вложения при использовании возобновляемых источников энергии. Тепловая мощность тепловых насосов принималась равной 60 % от расчётной тепловой нагрузки. Максимальная температура теплоносителя после теплового насоса принята равной 45 °С. Стоимость монтажных работ принималась равной 20 % от стоимости оборудования.

В соответствии с рекомендациями [2] рассчитывались следующие критерии: чистый дисконтированный доход (ЧДД), индекс доходности инвестиций (ИД), срок окупаемости инвестиций с учётом дисконтирования доходов (Т_д).

Срок эксплуатации оборудования принят 20 лет, норма дисконта принималась равной 0,1.

При оценке экономической эффективности капиталовложений при значительных сроках эксплуатации необходимо учитывать изменение стоимости энергии [2]. Ежегодный промежуточный доход за счёт экономии электрической энергии рассчитывался исходя из динамики увеличения стоимости электроэнергии с 2010 г. по 2015 г. Ежегодный рост стоимости за этот период составил в среднем 7,5 %, что и было принято при расчётах. Результаты расчётов представлены в таблице.

Эффективность капитальных вложений

№ варианта	Капитальные затраты, тыс. руб.	Общий чистый дисконтированный доход, тыс. руб.	Индекс доходности инвестиций	Срок окупаемости с учётом дисконтирования, лет
1	339,8	339,5	2,0	3,7
2	542,3	933,2	2,7	2,9
3	123,9	93,2	0,75	29,0

Результаты расчётов показывают, что при существующей стоимости электрической энергии дисконтированный срок окупаемости установки солнечного горячего водоснабжения превышает срок её эксплуатации, что свидетельствует об экономической нецелесообразности применения таких установок. Наиболее перспективным вариантом является устройство теплового насоса «вода-вода». Стоит обратить внимание и на тепловой насос «воздух-вода». Капитальные затраты на его установку на 200 тыс. руб. меньше, а дисконтированный срок окупаемости капитальных вложений вполне приемлемый.

В настоящее время выполняется работа по оптимизации тепловой защиты наружных ограждений коттеджа и тепловой мощности теплового насоса, что позволит сократить затраты на его установку.

Список использованных источников

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий: актуализированная версия СНиП 23-02-2003. М. : Минрегионразвития, 2012. 100 с.
2. Руководство по оценке экономической эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия / А. Н. Дмитриев, Ю. А. Табунщиков, И. Н. Ковалёв, Н. В. Шилкин. М. : АВОК-ПРЕСС, 2005. 120 с.

УДК 621.577

Квеладзе З. Д., Козырев Д. В., Низамутдинов Р. Ж., Волкова О. С.
Южно-Уральский аграрный университет
csaa@csaa.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТЕПЛООВОГО НАСОСА

Аннотация. В работе обоснована необходимость использования тепловых насосов для теплоснабжения автономных потребителей; проанализированы климатические особенности Челябинской области, ограничивающие применение существующих схем работы теплонасосных установок, предложена экспериментальная установка, позволяющая исследовать разнообразные виды сред для определения наиболее эффективного источника низкопотенциальной теплоты.

Суровые климатические условия Южного Урала (температура наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92, составляет минус 34 °С; среднегодовая температура в регионе – плюс 2 °С, среднемесячная в январе – минус 15,8 °С) предопределяют теплоснабжение как наиболее социально значимый и в тоже время наиболее энергоёмкий сектор экономики [1].

В Челябинской области сложилась непростая ситуация: рост потребления энергоресурсов при отсутствии собственных (за исключением запасов бурого угля), обуславливает дефицит энергоресурсов и особенно обостряет проблему